土木建筑工程信息技术
Journal of Information Technology in Civil Engineering and Architecture

BIM 技术在尼日利亚莱基深水港设计项目中的应用

陈家悦　陈良志　钱原铭

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司,广州　510230)

【摘　要】针对尼日利亚莱基深水港项目设计过程中的多专业协同、工期紧、难度高等问题,进行了 BIM 技术在港口工程协同设计中的研究,采用 Autodesk Vault 平台,整合多种软件及文件格式进行协同设计,得到如下结论:港口工程中 BIM 技术可以实现协同设计、管线综合、深化设计等,能有效提升港口工程设计质量和效率,减少设计过程中的“错漏碰”等问题,进而减少项目造价,是港口工程技术发展的主要方向和趋势。

【关键词】BIM; 港口工程; 协同设计
【中图分类号】TU17;U65　【文献标识码】A　【文章编号】1674 - 7461(2017)05 - 0010 - 05
【DOI】10.16670/j.cnki.cn11 - 5823/tu.2017.05.02

1　工程概况

1.1　项目简介

莱基深水港项目坐落于西非中心的尼日利亚,是我国“一带一路”沿线重要的境外经贸合作区项目。该项目业主为莱基港务局(Lekki Port Lftz Enterprise),咨询单位为美国路易斯·伯杰集团(Louis Berger Group,Inc.)。项目一期工程占地面积约 90 公顷,包括 3 个能够提供 8 000TEU 船舶装卸作业的集装箱泊位; 1 个拖船泊位; 1 条长约 6km,深度 14m,宽度 150m 的入港航道; 1 条长约 1 500m 的主防波堤; 一个直径 600m 船舶回旋水域; 能满足 15 000个箱位的集装箱堆场及其他附属设施。本项目完工后将是西非区域最大的深水港,项目位置和项目概况如图 1 所示。

1.2　工程特点和难点

本项目的主要特点为:参与专业多、设计任务重、专业间提资频繁以及沟通的时效性(项目所在地与公司本部距离约 17 000km)。

主要的难点为:时间短(设计周期 3 个月)、仿真难度大、专业交叉频繁以及项目要求高(采用全欧标设计、节约费用和工期)。



(a)工程位置

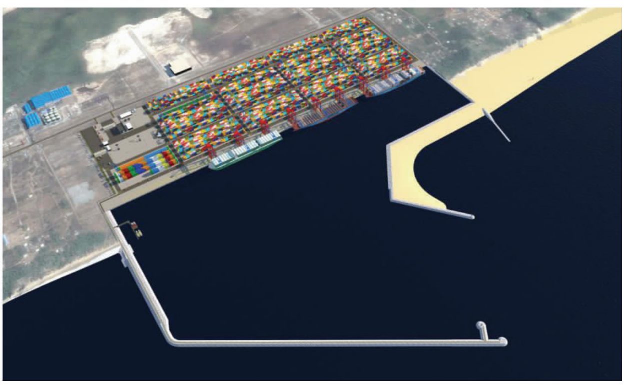

(b)项目整体鸟瞰图

图 1　项目位置和概况

【作者简介】　陈家悦(1989 -　),女,硕士研究生,助理工程师,主要从事港口航道及近海工程的研究、设计咨询和项目管理等工作。

2 BIM 组织与应用环境

2.1 BIM 应用愿景

通过对大场地港口工程项目的 BIM 设计技术和流程进行研究,系统总结国内外先进的 BIM 经验和理念,研究如何将 BIM 技术应用于国际港口工程项目,并归纳总结具体实施的技术和要点,提高生产效率和质量,增强企业核心竞争力[1-3]。

2.2 BIM 应用目标

通过 BIM 技术,缩短项目设计周期、解决设计过程中的“错、漏、碰”问题,并通过多方协同设计,提高设计质量,优化项目成本和工期[4-5]。

2.3 项目 BIM 标准

参考英标、美标等相关国际 BIM 标准,项目 BIM 团队编制了企业 BIM 执行标准文件,如图 2 所示,用于项目过程中的 BIM 协同质量和文件控制。

2.4 团队组织

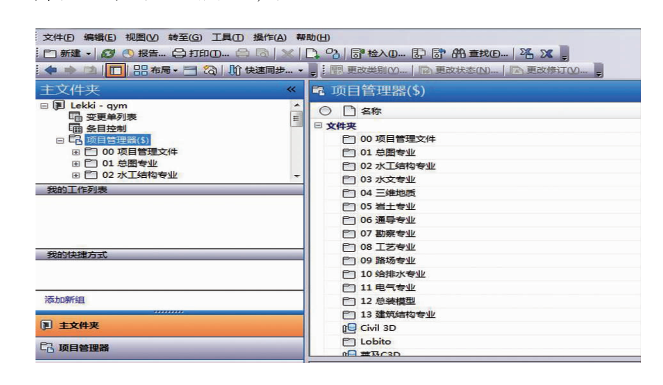
组建项目设计 BIM 团队,设置 BIM 项目经理,BIM 协调员以及其他专业负责人,项目全过程中采用 BIM 技术直接设计。

2.5 BIM 设计流程

针对港口工程项目大场地的特点,通过对三维地质建模、场地建模和结构建模,实现三维协同设计并用模型出图。同时针对本工程涉及专业多且设计软件多样的特点,本项目的 BIM 协同设计采用 Autodesk Vault 平台,各专业将设计成果无缝上传到 Vault 服务器,分享给其他相关专业链接使用。Vault 平台的权限管理使得各专业权责界限明确,版本管理实现了文件过程的可追溯性,从而达到提高设计质量和设计效率的目的。

2.6 软硬件环境等

BIM 软硬件配置[11]:布署了本地和云服务器,采购了用于建模的高配置电脑、欧特克 IDSU 软件套装、Vault 及 SAP2000 等其他相关软件(主要软硬件配置如图 3 所示)。



(a) Autodesk Vault 平台



(b) 公司本地服务器

图 3 项目软硬件环境

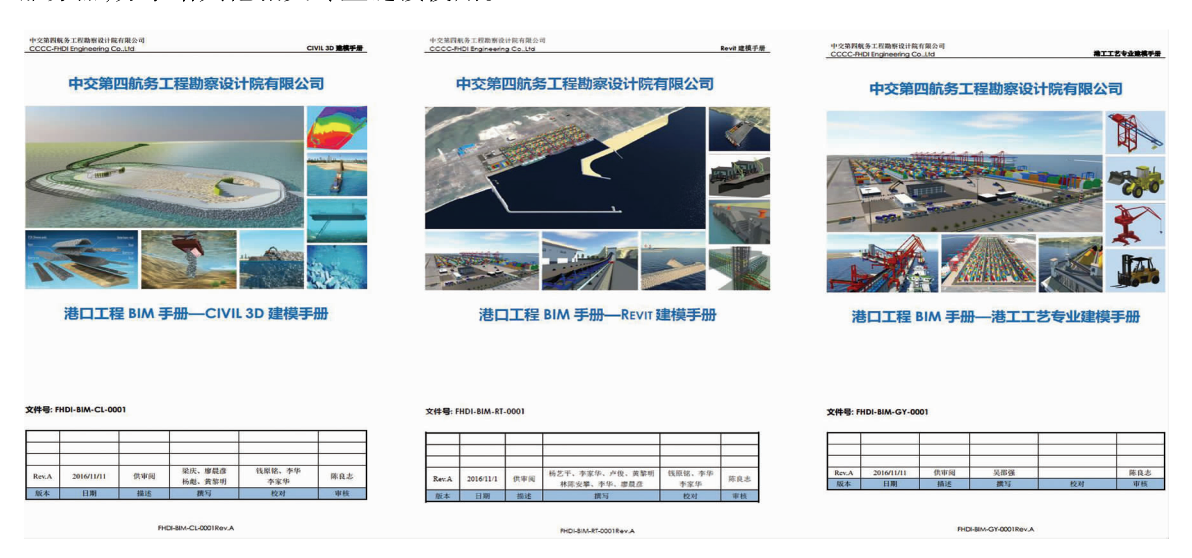


图 2 企业 BIM 执行标准文件

3　BIM 应用

3.1　BIM 基础应用

(1)港区总平面设计

构建项目三维地质模型,采用 Civil 3D 完成港池航道开挖设计、场区高程系统设计、基于三维模型出图及工程量提取等。尤其是建立了大场地三维地质系统,如图 4 所示,实现了港池航道开挖不同土质工程量精细化统计,优化了项目疏浚成本。

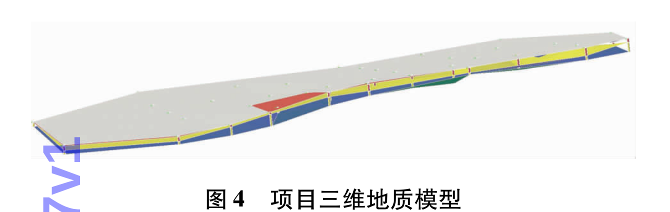


图 4　项目三维地质模型

(2)水工结构设计

码头水工结构主要采用 Revit 平台进行设计,如图 5(a)所示,基于 Vault 平台实现与附属专业之间的互动协同,精细化完成码头结构的深化设计。

防波堤和护岸结构采用 Civil 3D 平台进行设计,如图 5(b)所示,提高了土石方工程的模型构建精度及批量出图效率。

(3)港口工艺设备和附属专业设计

在 Revit 平台上实现了机械设备/集装箱模型搭建及布置、动态出图和工程量统计等功能,如图 6 所示。大场地重力流及压力流管道系统设计、供电照明系统设计、道路堆场设计等都是基于三维模型出版图纸和统计工程量。

(4)模型总装和渲染

项目总装采用 Navisworks 和 Infraworks,分别进行管线及结构的综合碰撞检测及模型整体效果展示,如图 7 所示。各专业设计成果在 Vault 平台上链接协同形成单个总装模型,并解决大部分碰撞问题。

3.2　BIM 创新应用

本项目创新应用点有:

(1)快速桩-土计算模块开发

Revit 和 SAP2000 模型可互导,但在 Revit 中设置的桩和土之间的连接边界无法导入 SAP2000 计算模型。基于此,在 SAP2000 软件中二次开发快速桩-土弹簧建模模块,解决港工项目中的桩土边界问题,提高建模效率和计算精度。

(2)供电照明系统分析

为实现项目绿色环保节能,根据 ISO 相关规范对集装箱堆场的照度和均匀度要求,采用 Revit 自制高杆灯族库并结合 Dialux 软件进行港区堆场的照明分析,获得照度值向业主提供绿色设计凭证。

(3)室外大场地汇水分析

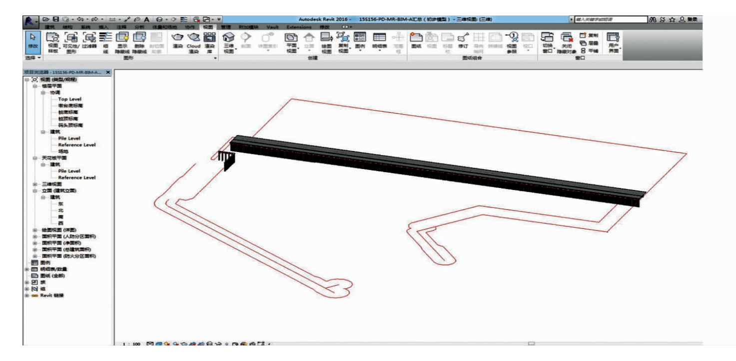
为解决堆场区汇水分析问题,给排水专业采用 Civil 3D 软件的 Storm and Sanitary Analysis 工具进行大场地汇水分析,模拟整个降水历程中管道通过能力,在提高场地排水效率的同时降低工程造价。

(4)防波堤扭王块模型自动定位安装系统开发

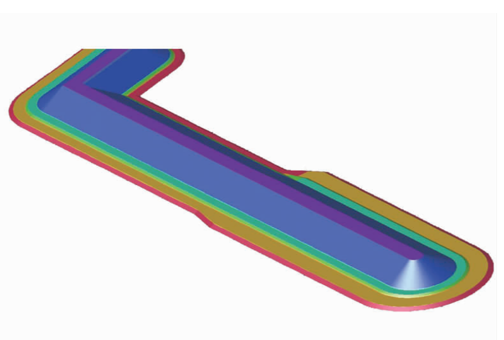
为了解决防波堤扭王块定位问题,自主开发扭王块空间坐标计算程序,采用 Revit Dynamo 自主开发扭王块自动定位、自动建立防波堤扭王块安放模型,实现了设计过程自动化。

(5)码头集装箱物流系统仿真分析

为优化集装箱码头物流系统,进行了码头集装箱物流系统仿真分析,如图 8 所示。分析港区内各装卸设备利用率;优化设备配置;分析港区内道路交通流,识别交通瓶颈,优化道路网络及车道数设



(a)码头结构模型



(b)防波堤结构模型

图 5　水工结构设计

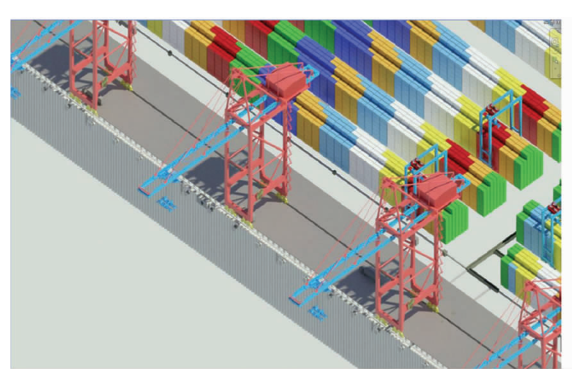
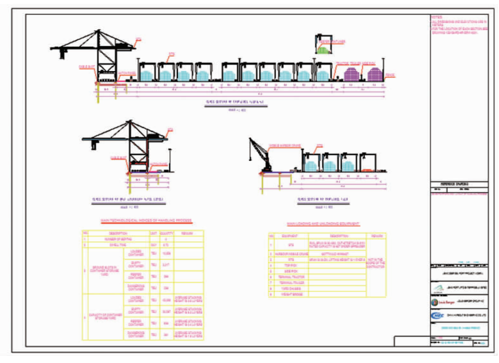
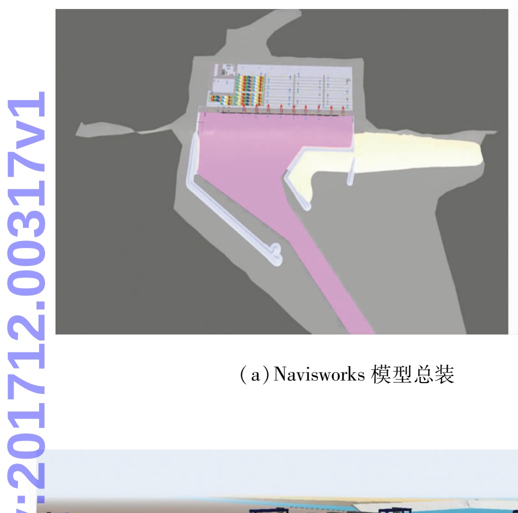



图 6　机械设备/集装箱模型及图纸



(a) Navisworks 模型总装　　(b) Infraworks 模型渲染

图 7　模型总装和渲染

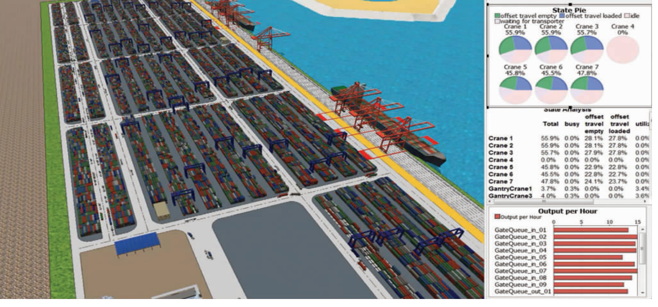



图 8　码头集装箱物流系统仿真分析

计；分析堆场布局，优化堆场平面设计；分析港区闸口饱和度，优化闸口车道设置等。

4　应用效果

(1) 成本节约

充分利用 BIM 技术进行设计过程管理和控制，设校审流程均在服务器执行，实现无纸化办公，在设计过程中通过多专业协同大大降低返工率，在缩短设计周期的同时，减低了材料耗损和设计劳动强度，节约单位的设计成本[6-7]。

(2) 管理提升

建立了基于本地服务器的协同设计平台以及外部云服务平台，编制了企业级标准文件，以 BIM 模型为中心的设计项目管理，使得各个参与方沟通效率极大提高，加强了设计院与业主及咨询单位的协调效率，提升了管理水平[8-9]。

(3) 技术提升

采用 BIM 技术进行设计，使用 BIM 模型进行后续的计算、分析等深化设计，在设计阶段提前解决未来项目施工过程中可能遇到的各种问题。

5　总结

5.1　创新点

项目过程中采用 BIM 技术直接设计和出图，避

免了“后 BIM”问题，证实了 BIM 技术在水运工程设计中的应用具有可操作性。在项目的设计过程中，编制 3 套港口工程 BIM 应用系列标准，指导企业 BIM 项目实践；开发了基于 SAP2000 的计算插件提高计算效率；开发了防波堤扭王块空间坐标计算程序以及自动定位程序实现快速建模。

同时，基于 Vault 服务器进行多专业协同设计，实现了企业级族库管理及全院范围多专业协同，优化了设计流程；通过深化管线综合设计和辅助预留孔洞，减少了现场返工工作量。

另外，基于 BIM 模型对多专业进行了大量仿真及分析，通过将 BIM 数据流整合成链条，提高了不同软件的互操作性。

5.2 经验教训

(1) SAP 2000 软件的原生功能在处理码头结构与土作用过程中操作繁琐且容易出错，在项目前期导致计算效率低下，而后开发了“桩基 - 土体自动生成弹簧”插件，顺利解决了相关计算问题。

(2) 由于该项目参与的专业多且软件各不相同，项目前期采用传统的协同方式效率低下，后期引入了 Autodesk Vault 平台进行专业间数据交互与协同、文件版本管理等，解决了各设计专业间的协同问题。

(3) 项目的前期组织与策划是三维协同成功与否的关键，制定企业 BIM 标准、规范 BIM 流程至关重要[10]。

参考文献

[1] 胡振中，彭阳，田佩龙. 基于 BIM 的运维管理研究与应用综述[J]. 图学学报，2015，36(5)：802-810.
[2] 刘波，刘薇. BIM 在国内建筑业领域的应用现状与障碍研究[J]. 建筑经济，2015，36(9)：20-23.
[3] 郑华海，刘匀，李元齐. BIM 技术研究与应用现状[J]. 结构工程师，2015，31(4)：233-241.
[4] 许炳，朱海龙. 我国建筑业 BIM 应用现状及影响机理研究[J]. 建筑经济，2015，36(3)：10-14.
[5] 隋振国，马锦明，陈东，徐伟. BIM 技术在土木工程施工领域的应用进展[J]. 施工技术，2013，42(s2)：161-165.
[6] 张连营，李彦伟，高源. BIM 技术的应用障碍及对策分析[J]. 土木工程与管理学报，2013，30(03)：65－69＋85.
[7] 程建华，王辉. 项目管理中 BIM 技术的应用与推广[J]. 施工技术，2012，41(16)：18-21＋60.
[8] 张建平，李丁，林佳瑞，等. BIM 在工程施工中的应用[J]. 施工技术，2012，41(16)：10-17.
[9] 满庆鹏，李晓东. 基于普适计算和 BIM 的协同施工方法研究[J]. 土木工程学报，2012，45(S2)：311-315.
[10] 张建平，余芳强，李丁. 面向建筑全生命期的集成 BIM 建模技术研究[J]. 土木建筑工程信息技术，2012，4(1)：6-14.
[11] 何关培. BIM 和 BIM 相关软件[J]. 土木建筑工程信息技术，2010，2(4)：110-117.

Research and Application of BIM Technology in Lekki Deepwater Port Project in Nigeria

Chen Jiayue, Chen Liangzhi, Qian Yuanming

(*CCCC-Fourth Harbor Design Institute Engineering Co., Ltd., Guangzhou* 510230, *China*)

Abstract: In response to the multi-subject cooperative design, tight schedule and high difficulty in the design of the Lekki deepwater port project in Nigeria, the BIM technology research on port engineering collaborative design has been carried out. Autodesk Vault platform is used to integrate various software and file formats for collaborative design. The conclusion is drawn that BIM technology in port engineering can achieve cooperative design, pipeline integration, deepening design, and etc., which can effectively improve the quality and efficiency of port engineering design, reduce the problems such as "mistake and miss" in the design process, and reduce the project cost. As a conclusion, BIM application should the main direction and trend of design engineering.

Key Words: BIM; Port Engineering; Cooperative Design